



Vies moyennes de quelques niveaux du noyau ^{19}F

C. Lebrun, F. Guilbault, P. Avignon, Y. Deschamps

► To cite this version:

C. Lebrun, F. Guilbault, P. Avignon, Y. Deschamps. Vies moyennes de quelques niveaux du noyau ^{19}F . Journal de Physique Lettres, 1975, 36 (9), pp.201-203. 10.1051/jphyslet:01975003609020100 . jpa-00231188

HAL Id: jpa-00231188

<https://hal.science/jpa-00231188>

Submitted on 1 Jan 1975

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Classification
 Physics Abstracts
 4.220 — 4.420

VIES MOYENNES DE QUELQUES NIVEAUX DU NOYAU ^{19}F

C. LEBRUN, F. GUILBAULT, P. AVIGNON

Institut de Physique, B. P. 1044, 44037 Nantes, France

et

Y. DESCHAMPS

Institut de Physique Nucléaire, B. P. 1, 91406 Orsay, France

(Reçu le 18 Avril 1975, accepté le 11 juin 1975)

Résumé. — Les énergies d'excitations et les vies moyennes de 9 niveaux du ^{19}F d'énergie inférieure à 6 MeV ont été déterminées à l'aide de la réaction $^{18}\text{O}(\text{d}, \text{n})^{19}\text{F}$. De ces vies moyennes, mesurées à partir de la méthode du déplacement Doppler, ont été déduites certaines largeurs de transition M1 qui sont comparées aux prédictions de modèles en couches.

Abstract. — Excitation energies and mean lifetimes have been measured for nine ^{19}F levels up to 6 MeV, excited in the $^{18}\text{O}(\text{d}, \text{n})^{19}\text{F}$ reaction. From these lifetimes, which were deduced from DSA measurements, M1 strengths have been deduced and compared with shell model predictions.

1. Introduction. — Le noyau ^{19}F a fait l'objet de nombreuses études expérimentales et théoriques [1] dans la mesure où il se prête aussi bien à des calculs de modèles en couches qu'à des descriptions de type rotationnel. Pour les bas niveaux il semble que ce soit les calculs des modèles en couches qui rendent le mieux compte des propriétés électromagnétiques de ce noyau. Pour tester plus complètement les modèles en ce qui concerne les niveaux situés entre 3 et 6 MeV d'énergie d'excitation, nous avons mesuré les vies moyennes de ces niveaux pour en déduire les largeurs de transitions M1. Ces résultats complètent et remplacent ceux de la référence [2].

2. Dispositif expérimental et méthode de mesure. — L'étude du ^{19}F a été effectuée à l'aide de la réaction $^{18}\text{O}(\text{d}, \text{n})^{19}\text{F}$. L'accélérateur Van de Graaff de l'Institut de Physique Nucléaire fournissait un faisceau de deutons de 4 MeV avec un courant moyen de 200 nA. La cible d'oxyde de tungstène de $300 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ d'épaisseur, fabriquée à partir d'oxygène enrichi à 90 % en ^{18}O , était déposée sur un disque de tantale de 0,1 mm d'épaisseur.

La détection en coïncidence avec les neutrons s'est révélée nécessaire pour étudier le rayonnement γ émis par les niveaux du ^{19}F situés entre 3 MeV et 6 MeV. Deux détecteurs neutrons placés à $+15^\circ$ et -15° par rapport à l'axe du faisceau, et à 50 cm de la cible, définissaient deux cônes de recul pour les noyaux

excités. La détection des neutrons se faisait par scintillateurs liquides (NE 213) de diamètre 12,7 cm et de longueur 5,08 cm. Une discrimination neutron-gamma était assurée par des circuits d'analyse de forme d'impulsion (circuits Ortec et Elscint). Placé à 90° du faisceau un détecteur Ge(Li) de 42 cm^3 , fabriqué à l'I. P. N. d'Orsay, détectait les rayons en coïncidence avec chacun des détecteurs neutrons. Les différentes informations (énergie γ , temps de vol des neutrons, nature des particules détectées dans les scintillateurs) étaient classées sur disque puis sur bande magnétique à l'aide de l'ordinateur I. B. M. 360 du système A. R. I. E. L. d'Orsay. La résolution en énergie γ à 1,33 MeV était de 4 keV et la résolution en temps en cours d'expérience de 6 ns. L'intérêt de ce dispositif à deux détecteurs neutrons est de pouvoir enregistrer simultanément deux spectres d'énergie γ en coïncidence avec deux directions moyennes de recul des noyaux excités. On peut ainsi non seulement diminuer la durée d'utilisation du faisceau mais aussi obtenir une mesure du déplacement des raies γ dû à l'effet Doppler, en éliminant le risque d'erreurs systématiques liées aux variations de gain de la chaîne d'analyse.

Dans la géométrie de notre expérience, le facteur d'atténuation F_{exp} qui décrit ce déplacement s'exprime à l'aide de la relation

$$F_{\text{exp}} = \frac{E_2 - E_1}{E_2 + E_1} \frac{1}{\frac{v}{c} \sin \theta}$$

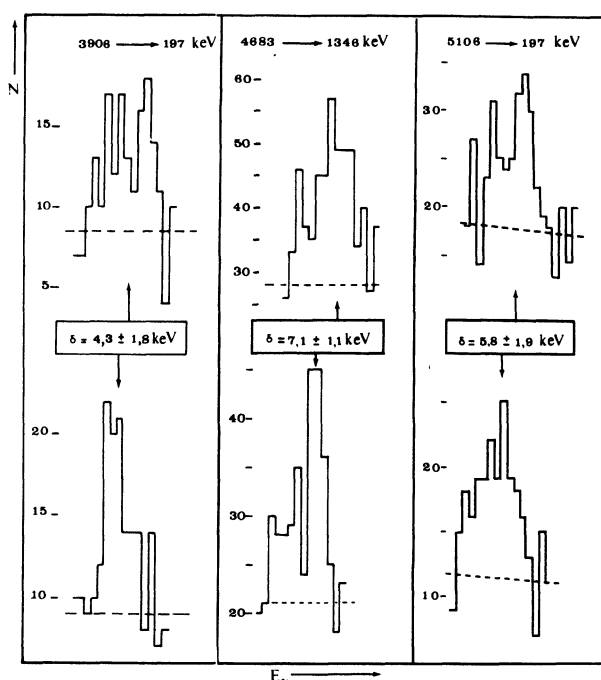


FIG. 1. — Déplacement en énergie des radiations γ . Les spectres partiels (sommés par 4 canaux) présentés en haut et en bas de la figure ont été obtenus en coïncidence avec un détecteur neutron placé respectivement à -15° et $+15^\circ$ par rapport au faisceau. Les traits en pointillés représentent le niveau moyen du fond. Les valeurs de F_{exp} portées dans le tableau I sont les valeurs moyennes obtenues à partir de plusieurs mesures indépendantes de ce type.

où E_2 et E_1 sont les positions de la raie dans le spectre γ en coïncidence avec le détecteur neutron placé respectivement à -15° et $+15^\circ$ par rapport au faisceau ; v/c et θ sont respectivement la vitesse réduite initiale du noyau de recul et son angle d'émission par rapport au faisceau, quantités calculées à partir de la cinématique de la réaction.

La valeur de F_{exp} portée dans le tableau I tient compte

des mesures de déplacement effectuées sur le pic d'absorption totale et sur le pic de 2^e échappement des rayons γ les plus intenses émis par un même niveau au cours de deux expériences indépendantes. L'erreur sur F_{exp} est la somme quadratique de l'erreur statistique d'extraction du centroïde des raies et de l'erreur due au positionnement des détecteurs. La correction d'ouverture angulaire des détecteurs s'est avérée négligeable par rapport aux autres erreurs.

Nous avons extrait la valeur de τ_m par la comparaison du facteur d'atténuation F_{exp} avec la courbe $F(\tau_m)$ qui décrit le ralentissement du noyau excité dans le milieu de recul. Cette courbe a été calculée à partir de la théorie de Lindhard *et al.* [3] complétée par Blaugrund [4]. Dans notre cas, le parcours du noyau de recul étant très inférieur à l'épaisseur de la cible, le milieu de recul est la cible elle-même. Nous avons tenu compte des mesures expérimentales de ralentissement en fonction de la charge du noyau [5] pour choisir le coefficient du pouvoir d'arrêt électronique égal à $k_e = 1,15 \pm 0,15$. En l'absence de valeurs expérimentales concernant le ralentissement nucléaire nous avons pris le coefficient du pouvoir d'arrêt nucléaire égal à $k_n = 1,0 \pm 0,2$. L'erreur sur τ_m résulte de l'erreur sur la mesure de F_{exp} et des erreurs adoptées sur k_e et k_n .

3. Résultats et discussion. — Dans le tableau I nous présentons les énergies des niveaux, les valeurs de F_{exp} obtenues et les vies moyennes correspondantes qui sont comparées aux résultats déjà connus. La vie moyenne du niveau à 1 554 keV qui confirme les résultats antérieurs a été incluse bien qu'elle soit en dehors de la zone d'énergie qui nous intéresse. Dans cette zone, la vie moyenne du niveau à 3 999 keV confirme la valeur de la référence [1] et la limite trouvée pour le niveau à 4 684 keV est en désaccord avec la

TABLEAU I

Vie moyenne des niveaux du ^{19}F

E (keV)	J^π	F_{exp} (%)	τ_m (fs)	τ_m (fs)
Présent travail	(^a)	Présent travail		(^a)
1 554,4 \pm 0,6	3/2 ⁺	77 \pm 8	3,2 \pm 1,6	4,4 ⁺ 2,4 _{- 2,0}
3 904,8 \pm 0,8	3/2 ⁺	54 \pm 10	9 \pm 4	< 20
3 999 \pm 1	7/2 ⁻	41 \pm 15	15 ⁺ 14 _{- 7}	23 \pm 10
4 376,1 \pm 0,8	7/2 ⁺	> 91	< 1,4	
4 551 \pm 1	5/2 ⁺	> 46	< 15	< 20
4 555,7 \pm 0,5	3/2 ⁻	81 \pm 6	2,9 \pm 1,3	< 20
4 684 \pm 1	5/2 ⁻	> 75	< 5	15,4 \pm 3,0
5 106 \pm 3	5/2 ⁺ (^b)	43 \pm 9	16 \pm 7	
5 625 \pm 4	3/2 ⁻	> 70	< 7	

(^a) Référence [1] sauf indication contraire.

(^b) Référence [7].

TABLEAU II

Largeurs de transition M1

E (keV) J ^π		E (keV) J ^π		Γ(M1) (u. w. × 10 ⁻²)	
niveau initial		niveau final		Exp. (a)	Benson et Flowers (b)
3 905	3/2 ⁺	0	1/2 ⁺	2,7 ± 1,6	0,9
		197	5/2 ⁺	1,1 ± 0,8	0,6
		1 554	3/2 ⁺	5 ± 3	1,3
5 106	5/2 ⁺	197	5/2 ⁺	1,4 ± 0,7	1,7
3 999	7/2 ⁻	1 346	5/2 ⁻	8 ± 5	22
4 556	3/2 ⁻	110	1/2 ⁻	5,7 ± 2,5	62
		1 346	5/2 ⁻	1,3 ± 1,0	13

(a) Γ(M1) est calculé dans l'hypothèse d'une radiation pure M1.

(b) Référence [6].

valeur de la référence [1]. Dans les autres cas nos résultats sont nouveaux ou repoussent sensiblement les limites publiées antérieurement.

Pour permettre une comparaison avec les précisions théoriques nous avons calculé les largeurs de transitions M1 dans l'hypothèse de radiations pures M1 qui est tout à fait raisonnable dans le cas des niveaux qui nous intéressent. Les valeurs théoriques citées dans le tableau II sont celles de Benson et Flowers [6] qui décrivent les niveaux de parité positive à l'aide d'un modèle à trois nucléons actifs et les niveaux à parité négative à partir d'un couplage d'un trou proton des couches p_{1/2} ou p_{3/2} à la bande rotationnelle du fondamental du ²⁰Ne. Ces calculs donnent des résultats très satisfaisants pour les niveaux inférieurs à 3 MeV. Les largeurs de transition du niveau à 3 905 keV dont la position théorique en énergie est supérieure de 1,6 MeV à la position expérimentale sont légèrement sous-estimées par le modèle. La parité du niveau à 5 106 keV n'a pas été déterminée expérimentalement.

Rogers [7] lui attribue la parité positive en s'appuyant sur une comparaison avec le modèle en couches d'Halbert *et al.* [8]. Benson et Flowers calculent une bonne valeur de Γ(M1) pour la transition vers le niveau à 197 keV mais ne décrivent pas correctement les rapports d'embranchement. En définitive les niveaux de parité positive de cette région d'énergie ne sont pas encore interprétés de façon complètement satisfaisante par les modèles en couches. La description des largeurs de transition des niveaux de parité négative présente des difficultés encore plus grandes comme le montre le tableau II. Alors que la disposition des niveaux est correctement interprétée par le modèle de Benson et Flowers, les valeurs de Γ(M1) sont dix fois plus grandes que les valeurs expérimentales pour le niveau de 4 556 keV et 3 fois plus pour le niveau à 3 999 keV.

Remerciements. — Les auteurs remercient Dr G. Guillaume pour ses fructueux commentaires sur ce travail.

Bibliographie

[1] AJZENBERG-SELOVE, F., *Nucl. Phys. A* **190** (1972) 1.

[2] LEBRUN, C. *et al.*, *C. R. Hebd. Séan. Acad. Sci.* **274B** (1972) 1245.

[3] LINDHARD, J., SCHARFF, M. et SCHIOTT, H. E., *Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk.* **33** no. 14 (1963).

[4] BLAUGRUND, A. E., *Nucl. Phys.* **88** (1966) 501.

[5] ORMROD, J. H., MACDONALD, J. R. et DUCKWORTH, H. E., *Can. J. Phys.* **43** (1965) 275.

[6] BENSON, H. G. et FLOWERS, B. H., *Nucl. Phys. A* **126** (1969) 305.

[7] ROGERS, D. W. O., *Nucl. Phys. A* **207** (1973) 465.

[8] HALBERT, E. C. *et al.*, *Adv. Nucl. Phys.* **4** (Plenum Press, New York) 1971 315.